



ООО «ЦНВ-АРОС»

Производство «карбонатных» ЦНВ в РТ, как альтернатива строительству собственного цементного завода с ПОЛНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ЦИКЛОМ

Хозин Вадим Григорьевич -

**д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов,
изделий и конструкций, заслуженный деятель науки РТ и России**

Адрес: РТ, г.Казань, ул. Искра, д.3-13, тел./факс: (843) 238-39-13

E-mail: khozin@ksaba.ru

21 ноября 2012г., г.Казань (отель «Джузеппе»)

(Проект выполнялся при финансовой поддержке ИВФ РТ)

Татарстан – «цементозависимый регион» (термин Президента Минниханова Р.Н.). Однако, собственных месторождений природного известняка или мергеля, достаточных по объему для строительства цементного завода с минимальной экономически целесообразной годовой производительностью – 1 млн.тн/год в нашей республике нет.

Как и в большинстве индустриальных государств, производство ПЦ в РТ (и во всей России) сопряжено с решением трех взаимосвязанных проблем: экологической, энергосберегающей, сырьевой. Дело в том, что оно:

1)энергозатратно – расход условного топлива на обжиг клинкера около 220 кг/тн, электроэнергии на различные переделы и помол – 115 кВт*час/тн чистого цемента ПЦ 500 ДО;

2)экологически ущербно: огромные объемы карьерных выработок известняка и глины (на 1 тн цемента требуется от 1,5 до 2,4 тн нерудного сырья);

-большие выбросы CO₂ и пыли (более 900 кг CO₂ и 300-900 кг пыли на 1 т ПЦ).

Именно 4-й путь – производство ЦНВ (прежнее название ВНВ), научно-технологические основы которого были разработаны советскими учеными в конце 80-х годов XX века («первооткрыватели»: Бабаев Ш.Т., Башлыков Н.Ф. (НИИЖБ) на сегодня представляется наиболее эффективным направлением в экологическом и экономическом плане, потому что:

1) позволяет «разбавить» (наполнить) ПЦ дешевыми природными горными породами или крупнотоннажными промышленными отходами до соотношений портландцемент: наполнитель 20:80, с получением марки вяжущего на уровне промышленных цементов;

2) технология ЦНВ – экологически «чистая», то есть без выделения в окружающую среду каких-либо выбросов газов или пыли;

3) производство малоклинкерных ЦНВ (помольные комплексы) можно размещать вблизи от потребителей-производителей бетона и железобетона или вблизи крупных отвалов подходящих промышленных отходов.

Производство ЦНВ отвечает полностью современным мировым тенденциям получения малоклинкерных многокомпонентных композиционных цементов, основанным на достижениях советской цементной промышленности XX века. Россия потеряла лидерство СССР в производстве многокомпонентных (смешанных) цементов. Ныне, производство цемента развивается «наоборот» прежнему направлению, ставшему на Западе и в Азии основным и закрепленным их стандартами.

Евростандарт на Цемент EN197-1:2000 регламентирует и стимулирует выпуск и применение малоклинкерных композиционных цементов. Как видно из табл.1 их производство (СЕМ III, IV, V – ШПЦ, ППЦ и композиционный) с 1990г. по 2009 г. увеличилось с 12 до 20%, то есть более, чем в 1,5 раза.

Таблица 1

**Структура производства цементов в странах Евросоюза
(по EN197-1:2000)**

| Тип цемента | Содержание мин.добавок, % | Доля в % по годам | | | |
|----------------|---------------------------------|-------------------|------|------|------|
| | | 1990 | 2000 | 2003 | 2009 |
| СЕМ I | 0-5 | 45 | 35,3 | 31,9 | 23 |
| СЕМ II | 6-35 | 43 | 49,6 | 52,1 | 57 |
| СЕМ III, IV, V | 36-95 | 12 | 15,1 | 16 | 20 |

Аналогичная ситуация в развитых странах Азии.

Таблица 2

Структура производства цемента в странах Азии

| Страна | Общий объем производства цемента, млн.тн/год | Доля шлакопортландцемента в общем объеме, % | |
|-------------|--|---|------|
| | | 2004 | 2009 |
| Китай | 1 050 | 25,5 | 36 |
| Индия | 160 | 35 | 41 |
| Япония | 72 | 21,6 | 32 |
| Южная Корея | 56 | 18,8 | 27 |

В России тенденция производства ПЦ, идет, к сожалению, «как раз наоборот» (табл.3). Выпуск ШПЦ снизился с 26 до 5% (2009г.).

Таблица 3

Структура производства цемента в России (по ГОСТ 10178)

| Тип цемента | Доля от общего объема выпуска, % | |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------|
| | 1988 (СССР) | 2009 (РФ) |
| Общий объем выпуска, млн.тн | 137,7 | 52,5 |
| ПЦ-ДО | 8 | 32,5 |
| ПЦ-Д5-Д20 | 61,5 | 59,4 |
| ШПЦ | 26 | 5 |
| Прочие | 4,5 | 3,1 |

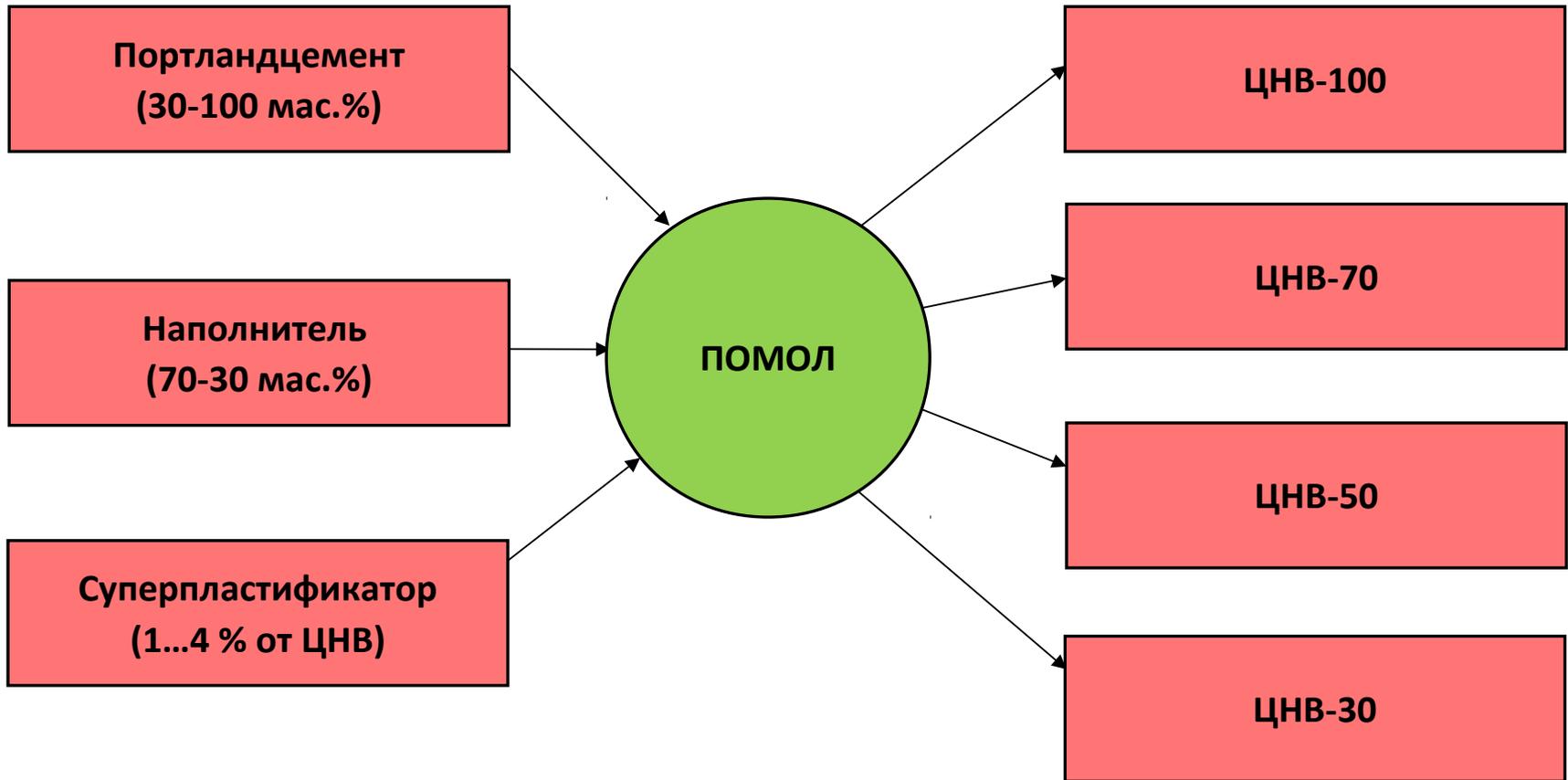
В США и Канаде для стимулирования производства смешанных цементов (Blended Cements) с содержанием активных добавок более 50% действует стандарт ASTM C 595 M-97 Blended Hydraulic cement. Более того, Америка, с целью сохранения своей природной среды прекратила разработку карьеров известняка для производства ПЦ. Она завозит цементный клинкер из соседней Мексики и на его основе производит Blended Cements, смешивая его при помоле со своими техногенными отходами.

У нас, в Татарстане, есть аналогичный шанс производства смешанных, точнее, композиционных цементов на основе клинкера или бездобавочного портландцемента ПЦ ДО, привозимого из соседней Ульяновской области или соседней с ней Мордовии и собственных промышленных отходов.

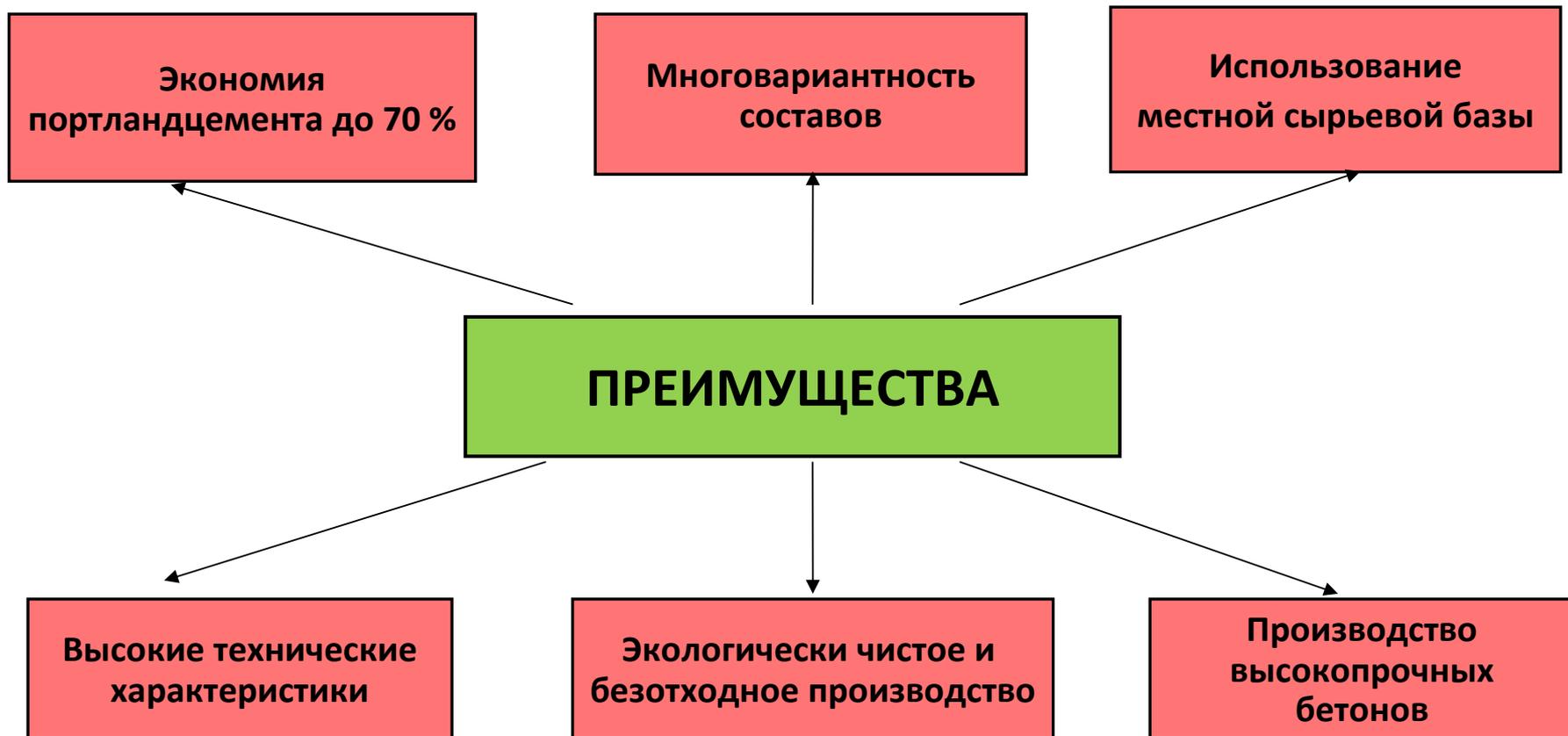
Такой путь предлагаем мы в своем проекте «Карбонатные цементы низкой водопотребности».

Речь идет о производстве ЦНВ (70, 50, 30) на основе привозного клинкера или товарного цемента ПЦ 400 ДО или ПЦ 500 ДО и высевок с многочисленных карьеров известняков и доломитов, которые, по сути, являются их отходами.

Получение «ЦНВ»



Преимущества «ЦНВ»



Преимущества «ЦНВ»



- ✓ **Снижение стоимости затрат на производство цемента**
- ✓ **Высокая начальная (1-е сутки) и конечная прочность** тяжелых бетонов (до М1500)
- ✓ **Высокая морозостойкость** и трещиностойкость бетонов на основе ЦНВ
- ✓ **Повышенная подвижность** и нерасслаиваемость бетонных смесей
- ✓ **Упрощение работ** при уплотнении, перекачивании и подаче бетонной смеси **при монолитном строительстве**
- ✓ **Возможность «разбавления» исходного портландцемента** на 30-70% нерудными ископаемыми с повышением активности на 1-3 марки



Таблица 4

Виды образующихся отходов и доля их использования в России

| № п/п | Наименование отходов | Годовой выход | % использования | Наличие в отвалах |
|----------|---|---------------|-----------------|-------------------|
| 1 | Золы и шлаки ТЭС, млн.т | 40 | 7 | 1 500 |
| 2 | Шлаки доменные, млн.т | 40 | 20 | 360 |
| 3 | Шлаки цветной металлургии, млн.т | 50 | 2 | 450 |
| 4 | Шлаки электротермофосфорные, млн.т | 20 | 8 | 130 |
| 5 | Шлаки сталеплавильные, млн.т | 10 | 0,5 | 70 |
| 6 | Древесные отходы, млн.м ³ | до 100 | до 20 | нет данных |
| 7 | Фосфогипс, млн.т | 25 | 5 | 280 |
| 8 | Огарки пиритные, млн.т | 7 | 30 | 40 |
| 9 | Отсевы известняка, млн.т | 175 | 7 | нет данных |
| 10 | Шины изношенные, млн.т | 1,2 | 4 | нет данных |
| 11 | Отходы строительства и сноса зданий, млн.м ³ | 13 | 20 | нет данных |
| 12 | ТБО, млн.м ³ | До 180 | 3 | нет данных |

Почему карбонатные «ЦНВ»?

Карбонатные породы (известняки, доломиты, доломитизированные известняки) – самые распространенные в РТ горные породы осадочного происхождения, десятки месторождений, сотни карьеров. Поэтому первая причина – доступность и дешевизна сырья, в частности, высевок (мелочи) с дробильно-сортировочных узлов, которые по сути являются отходами.

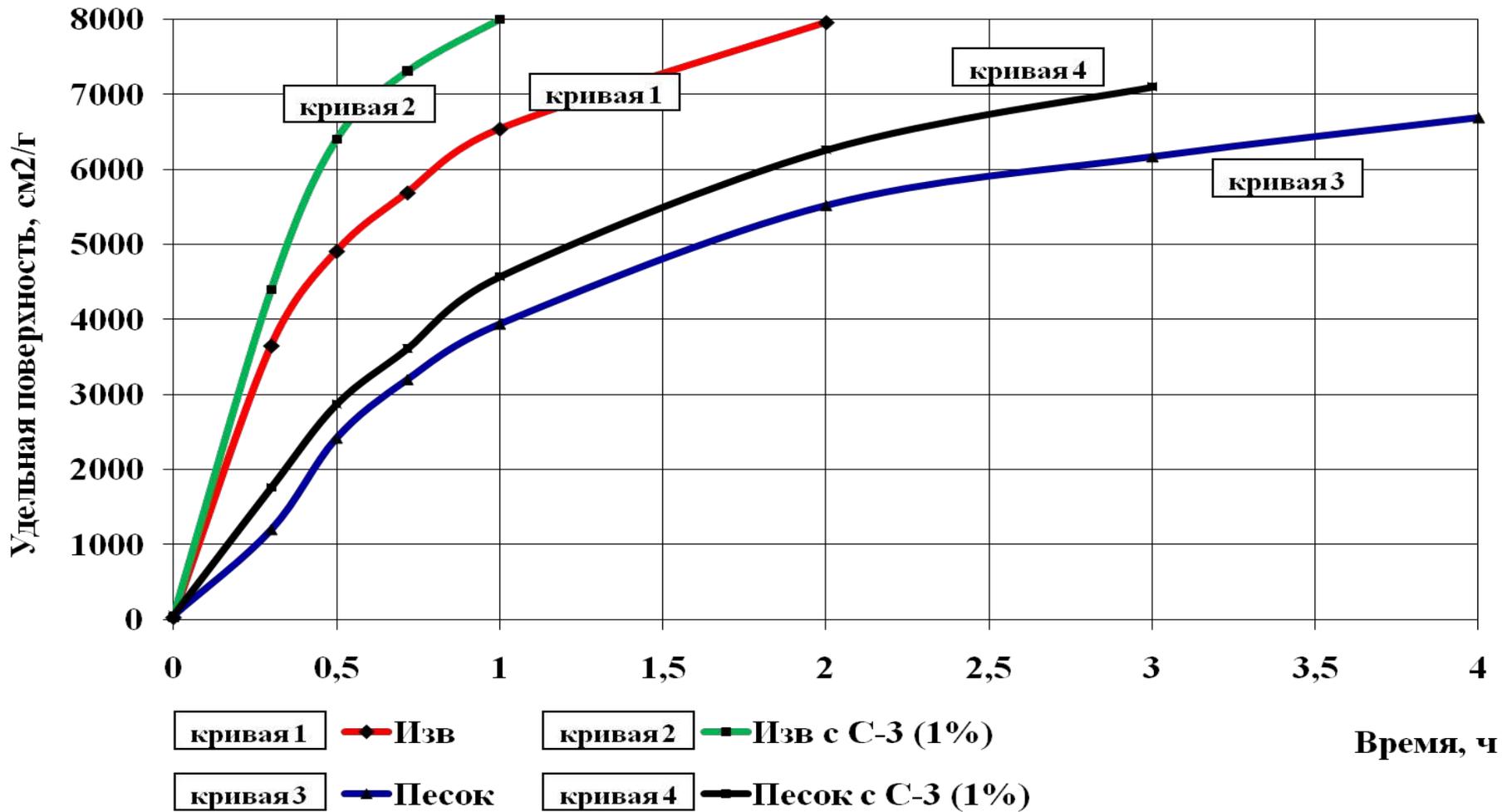
Вторая – высокая размолоспособность татарстанских известняков и доломитов, обусловленная их низкой твердостью и малой прочностью.

Третья – возможность химического взаимодействия тонкомолотых карбонатов с алюминатной составляющей портландцемента при его гидратации – образование гидрокарбоалюминатов кальция при невысоких температурах, ускорение гидратации частиц ПЦ-клинкера при этом и рост прочности ЦК.

Это было обнаружено советскими учеными еще 30 лет назад (Тимашев В.В., Колбасов О.М.).

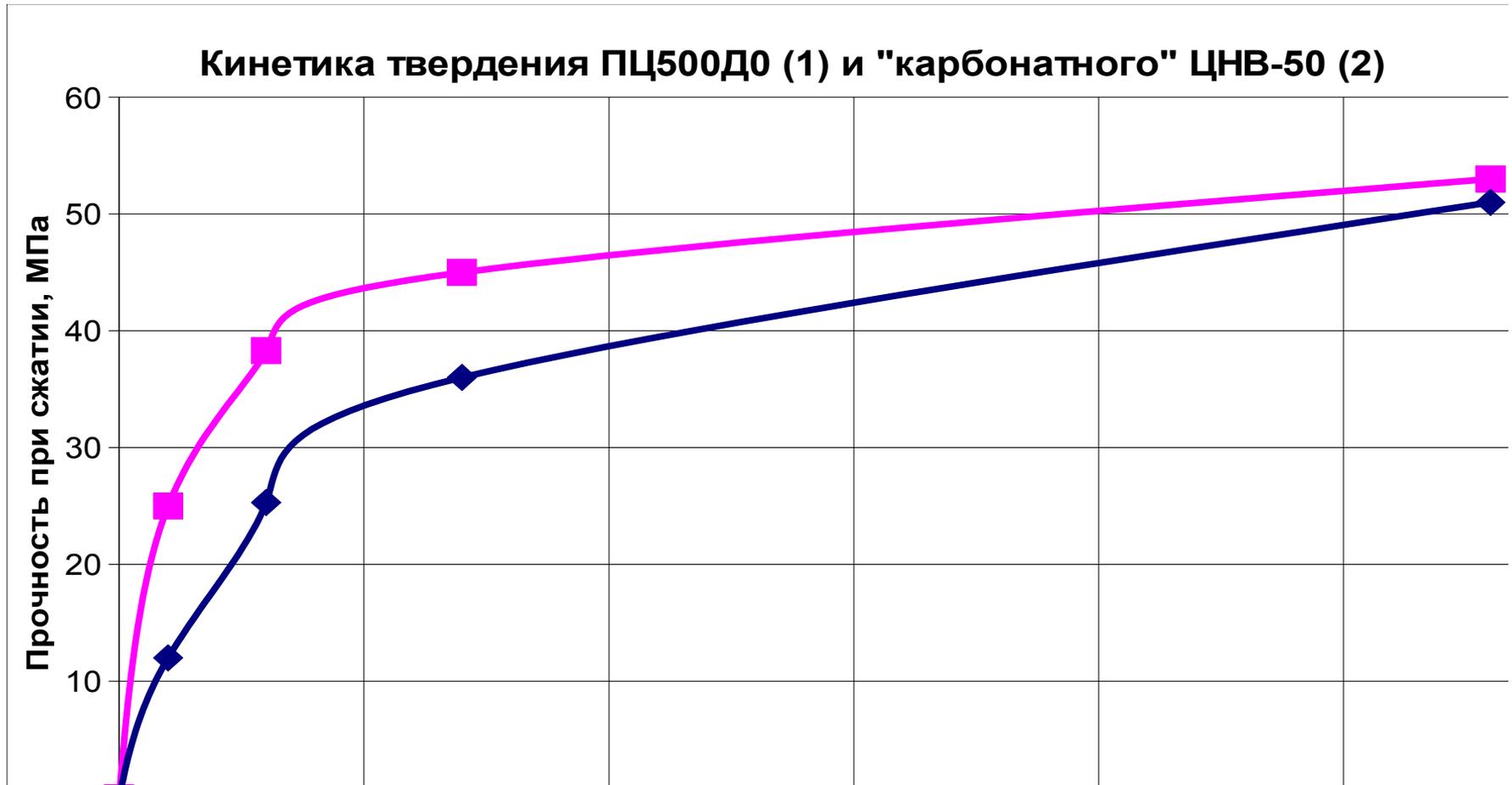
Четвертая – 50 лет назад было установлено, что карбонатные порошки уменьшают водопотребность, расслаиваемость и водоотделение бетонных смесей, повышаются их пластичность, плотность, однородность, снижают усадку, водопоглощение и тепловыделение бетонов при твердении.

Размолоспособность карбонатных пород



«Карбонатные» ЦНВ

Высокая ранняя прочность, что позволяет сократить сроки распалубки монолита и затраты на ТВО на заводах ЖБИ



Сравнительные свойства цементных вяжущих

| № п/п | Наименование показателей | ПЦ 500ДО ОАО «Вольскцемент» | «Карбонатный» ЦНВ-50 | «Кварцевый» ЦНВ-50 (на песке) |
|----------|---|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Нормальная густота, % | 25 | 12...20 | 16...22 |
| 2 | Сроки схватывания, ч-мин | 2-40 3-35 | 1-00...2-30 2-00...3-30 | 1-00..2-30 2-00...3-30 |
| 3 | Водоцементное отношение | 0,46 | 0,25...0,31 | 0,27-0,33 |
| 4 | Снижение водопотребности, % | - | 30...45 | 25-40 |
| 5 | Средняя активность в возрасте 1 суток нормального твердения, МПа: - при изгибе - при сжатии | 2,7 12,0 | 4...5 25...35 | 4...5 20-30 |
| 6 | Средняя активность в возрасте 28 суток нормального твердения, МПа: - при изгибе - при сжатии | 6,1 51,8 | 6...7 60...70 | 5...6 50...60 |
| 7 | Марка вяжущего | 500 | 600...700 | 500...600 |

Сравнительные свойства тяжелых бетонов, приготовленных на различных вяжущих

| № п/п | Вид цементного вяжущего | Расход материалов, кг/м ³ | | | | | Прочность бетона, МПа/%, в возрасте | | |
|----------|--|--------------------------------------|----------------------|--|-----|------|---|----------|----------|
| | | вяжу- щее | гравий 5-20 мм | песок квар- цевый M _к =2,6 | С-3 | вода | ОК, см | 1 | 28 |
| | | | | | | | | сутки | суток |
| 1 | цемент ЦЕМ I 42,5Б (ОАО Мордовцемент) | 350 | 1100 | 800 | - | 185 | 9,0/100 | 39,0/100 | |
| | | | | | 1,4 | 140 | 11,5/128 | 47,2/121 | |
| 2 | ЦНВ-100 | | | | | 120 | 15 | 21,8/242 | 68,9/178 |
| 3 | «Карбонатный» ЦНВ-50 | | | | | | | 15,2/169 | 49,5/127 |
| 4 | | 330 | 1110 | 810 | - | 115 | 13,4/149 | 46,6/119 | |

Составы и свойства ЦНВ-50, полученных с использованием различных карбонатных пород

| № п/п | Вид карьера известняка, использованного для ЦНВ-50 | В/Ц | Снижение В/Ц, % | Активность по прочности в возрасте 28 суток (ГОСТ 310) | |
|--------------------------------|--|------|-----------------|--|------------|
| | | | | при изгибе | при сжатии |
| | Контрольный (ПЦ500ДО) | 0,46 | - | 6,10 | 49,6 |
| Карбонатные породы карьеров РТ | | | | | |
| 1 | Салтаковский карьер | 0,27 | 41,3 | 6,80 | 58,0 |
| 2 | Мокро-Савалеевский карьер | 0,27 | 41,3 | 6,43 | 47,6 |
| 3 | Ципьинский карьер | 0,27 | 41,3 | 6,04 | 63,9 |
| 4 | Федоровский карьер | 0,29 | 37,0 | 6,54 | 70,1 |
| 5 | Большекармазинский карьер | 0,27 | 41,3 | 6,52 | 60,1 |
| 6 | Купербашский карьер | 0,27 | 41,3 | 6,90 | 61,7 |
| 7 | Кошарский карьер | 0,30 | 34,8 | 6,42 | 59,0 |
| 8 | Матюшинский карьер | 0,38 | 17,4 | 5,38 | 42,1 |
| 9 | Сатылевский карьер | 0,27 | 41,3 | 5,87 | 62,3 |

Составы и свойства ЦНВ-50, полученных с использованием различных карбонатных пород

| № п/п | Вид карьера известняка, использованного для ЦНВ-50 | В/Ц | Снижение В/Ц, % | Активность по прочности в возрасте 28 суток (ГОСТ 310) | |
|--|---|------|-----------------|--|------------|
| | | | | при изгибе | при сжатии |
| 10 | Кургузинский карьер | 0,34 | 26,1 | 5,54 | 40,9 |
| 11 | Васильевский карьер | 0,27 | 41,3 | 7,34 | 66,7 |
| 12 | Альдермышский карьер | 0,29 | 37,0 | 6,54 | 57,2 |
| 13 | Тат-Безднинский карьер | 0,32 | 30,4 | 6,93 | 61,1 |
| 14 | Эталонный образец (ЦНИИГеолнеруд) | 0,27 | 41,3 | 7,61 | 61,3 |
| Карбонатные породы других субъектов РФ | | | | | |
| 15 | Карбонатные породы ОАО «Силикатный завод № 1» г.Н.Новгород | 0,27 | 41,3 | 6,87 | 54,6 |
| 16 | Октябрьский р-н, Серафимовское месторождение, Республика Башкортостан | 0,27 | 41,3 | 5,41 | 63,3 |

Сравнительные свойства «карбонатных» ЦНВ (70,50,30) и базового состава ПЦ

| № п/п | Наименование показателей | ЦНВ- 30 | ЦНВ-50 | ЦНВ- 70 | ПЦ500ДО |
|----------|---|------------|--------|------------|---------|
| 1 | Содержание С-3, в % от массы «карбонатного» ЦНВ | 2 | 2 | 2 | 0 |
| 2 | Продолжительность домола известняка, ч | 0,9 | 0,67 | 0,5 | - |
| 3 | Общие энергозатраты, кВт*ч/кг | 0,76 | 1,43 | 2,4 | - |
| | Нормальная густота, % | 21,6 | 21,2 | 21,6 | 26,0 |
| | Сроки схватывания, ч-мин | | | | |
| | - начало | 4-00 | 4-15 | 1-55 | 2-35 |
| | - конец | 6-10 | 5-40 | 2-30 | 3-50 |
| | В/Ц | 0,29 | 0,27 | 0,28 | 0,46 |

Сравнительные свойства «карбонатных» ЦНВ (70,50,30) и базового состава ПЦ

| № п/п | Наименование показателей | ЦНВ- 30 | ЦНВ- 50 | ЦНВ- 70 | ПЦ500ДО |
|----------|--|------------|------------|------------|---------|
| 7 | Активность вяжущего в возрасте 1 суток нормального твердения, МПа: | | | | |
| | - при изгибе; | 2,3 | 5,9 | 4,8 | 3,1 |
| | - при сжатии | 9,3 | 34,1 | 39,3 | 12,8 |
| | Активность вяжущего после пропаривания, МПа: | | | | |
| | - при изгибе; | 4,0 | 6,1 | 6,7 | |
| | - при сжатии | 25,5 | 48,7 | 56,9 | |
| | Активность вяжущего в возрасте 28 суток нормального твердения, МПа: | | | | |
| | - при изгибе; | 4,8 | 6,0 | 7,6 | 5,5 |
| | - при сжатии | 37,1 | 73,3 | 86,8 | 49,1 |

Карбонатная порода Республики Татарстан (Бондюжский карьер, г.Менделеевск)
Физико-технические свойства породы

| № п/п | Наименование показателя | Ед.изм. | Значение показателя |
|--------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------|
| 1. | Фракционный состав породы | % | |
| | более 40 мм | | 8 |
| | 20...40 мм | | 50 |
| | 10...20 мм | | 30 |
| | 5...10 мм | | 10 |
| | менее 5 мм | | 2 |
| 2. | Истинная плотность | г/см ³ | 2,75 |
| 3. | Насыпная плотность | г/см ³ | 1,45 |
| 4. | Марка по дробимости | - | 600 |

Сравнительные результаты оценки активности по прочности ПЦ500ДО и ЦНВ-50

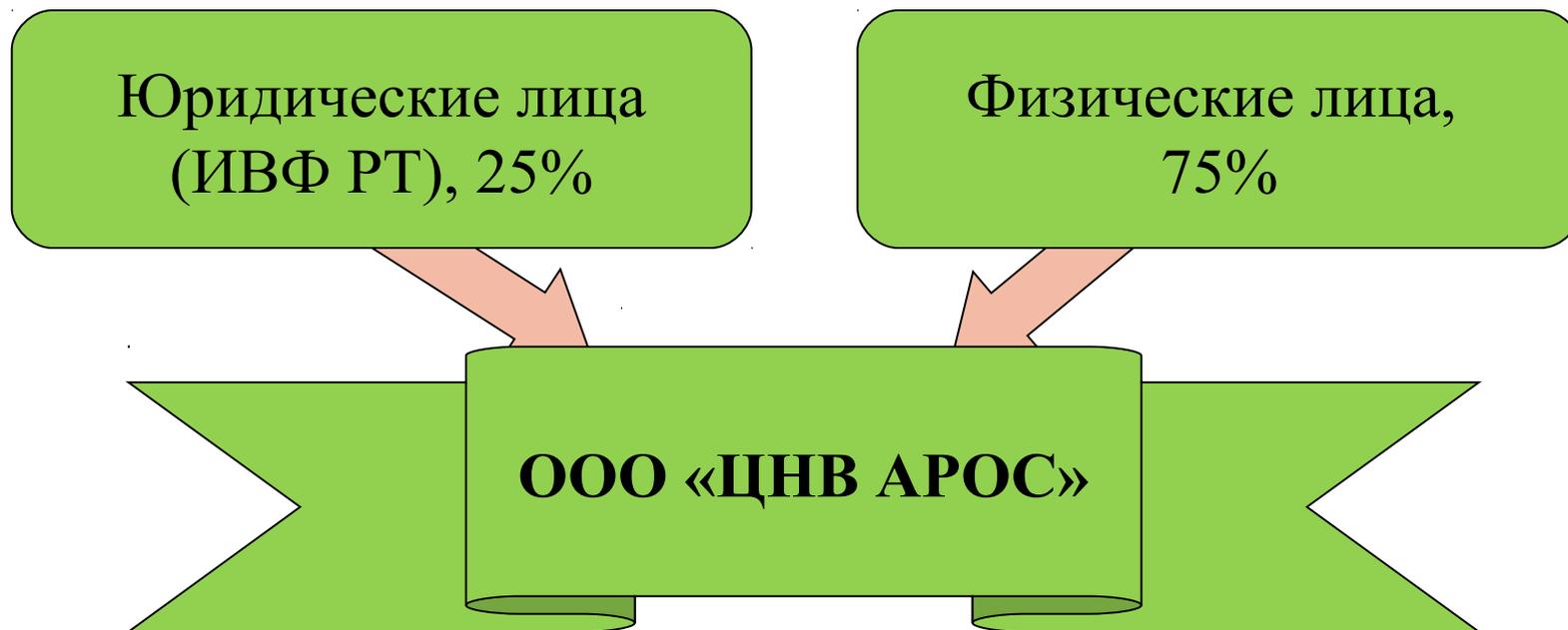
| № п/п | Наименование показателей | ПЦ500ДО ОАО «Вольскцемент» | ЦНВ-50 с карбонатной породой |
|----------|--|-------------------------------|---------------------------------|
| 1 | Удельная поверхность вяжущего, см ² /г | 3200 | 5000 |
| 2 | Время измельчения, мин. | - | 15 |
| 3 | Содержание СП С-3 (% от вяжущего) | - | 1 |
| 4 | Насыпная плотность вяжущего, кг/м ³ | 1100 | 910 |
| 5 | Нормальная густота (НГ), % | 25,0 | 18,5 |
| 6 | Снижение НГ, % | - | 26 |
| 7 | Водоцементное отношение (В/Ц) | 0,44 | 0,3 |
| 8 | Сроки схватывания, ч-мин: - начало - конец | 2-35 3-50 | 2-50 4-30 |
| 9 | Снижение В/Ц, % | - | 31,8 |
| 10 | Активность вяжущего в возрасте 1 суток нормального твердения, МПа: - при изгибе - при сжатии | 3,3 13,8 | 3,5 17,0 |
| 11 | Активность вяжущего в возрасте 3 суток нормального твердения, МПа: - при изгибе - при сжатии | 4,2 24,1 | 4,4 30,3 |

Таблица 7

Энергетическая оценка эффективности приготовления ЦНВ в лабораторных условиях в зависимости от содержания С-3 (1, 2, 4%)

| 1. Кремнеземистые | Э, кВт*час/кг | | | Э, кВт*час/1 Мпа (R_{28}) | | | |
|----------------------|---------------|------|------|-------------------------------|-------|-------|-------|
| | ← | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 |
| ЦНВ-30 | | 5,4 | 5,3 | 4,7 | 0,156 | 0,135 | 0,108 |
| ЦНВ-50 | | 5,2 | 5,0 | 3,7 | 0,106 | 0,101 | 0,06 |
| ← ЦНВ-70 | | 8,6 | 6,9 | 6,1 | 0,181 | 0,117 | 0,08 |
| | | | | | | | |
| 2. Карбонатные | ← | | | | ← | | |
| ЦНВ-30 | | 0,92 | 0,76 | 0,66 | 0,025 | 0,020 | 0,017 |
| ЦНВ-50 | | 1,73 | 1,43 | 1,17 | 0,026 | 0,020 | 0,015 |
| ← ЦНВ-70 | | 3,73 | 2,4 | 1,58 | 0,052 | 0,028 | 0,017 |

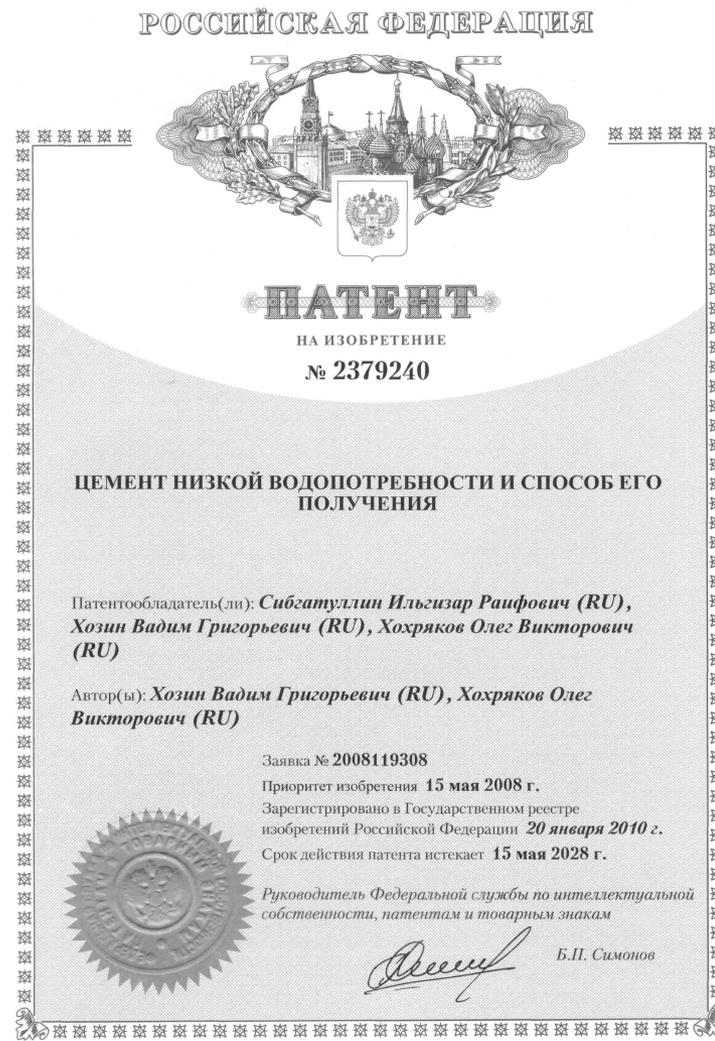
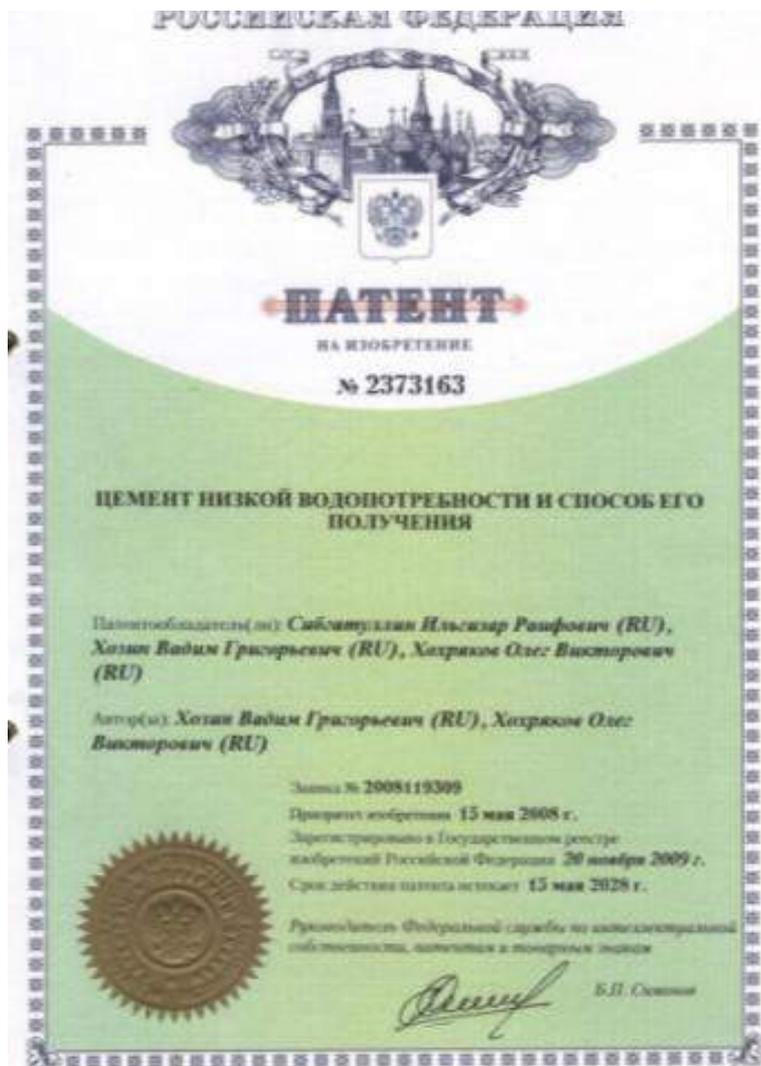
Учредители ООО «ЦНВ АРОС»



СФЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Разработка научно-технологической и проектной базы для создания в Республике Татарстан производства нового поколения гидравлических вяжущих строительного назначения – цементов низкой водопотребности (ЦНВ)

Состояние с охраной интеллектуальной собственности



Малый помольный комплекс мощностью 1 т/ч

Общий вид помольного комплекса



Мельница «Активатор-С1000»



Щековая дробилка и сушильный барабан



Этапы, необходимые для строительства завода ЦНВ мощностью 200 тыс.т/год на территории ОЭЗ «Алабуга»

| № этапа | Содержание работ по этапу | Длительность этапа, дни | Стоимость реализации этапа, тыс.руб. | Исполнители, соисполнители и организации ведущие проект |
|---------------|--|-------------------------|--------------------------------------|---|
| 1 | Разработка ПСД и подготовка строительства | 114 | 18 473,04 | |
| 2 | Строительная часть проекта | 109 | 57 881,74 | |
| 3 | Поставка технологического оборудования | 74 | 483 187,83 | ООО «ЦНВ АРОС», «Химтехинжиниринг» (г.Ростов-на-Дону), PSP-Инжиниринг (Чехия) |
| 4 | Монтаж и пуско-наладка | 130 | 69 385,65 | |
| 5 | Доставка оборудования и непредвиденные затраты | - | 82 728,90 | |
| 6 | Оборотные средства с учетом инфляции | - | 51 900,81 | |
| Итого: | | | 763 557,97 | |

Технико-экономические показатели

| № п/п | Наименование показателя | Ед. изм. | Значение показателя | |
|-------|---|-----------|---------------------|------|
| 1 | Производительность | тыс.т/год | 200 | 600 |
| 2 | Прямые инвестиции | млн.руб. | 764 | 1200 |
| 3 | Срок строительства | года | 1,2 | 1,8 |
| 4 | Период окупаемости | мес | 66 | 52 |
| 5 | Дисконтированный период окупаемости | мес | 93 | 78 |
| 6 | Рентабельность по чистой прибыли | % | 14 | 17 |
| 7 | Внутренняя норма рентабельности | % | 21,5 | 31,5 |
| 8 | Индекс прибыльности | % | 1,25 | 1,67 |
| 9 | Доля рынка цемента (при годовом объеме 2,5 млн.т/год) | % | 8 | 24 |

Что нужно для реализации проекта?

Деньги и свобода от бездарных чиновников. Проф.В.Хозин.

<http://rucem.ru/presentation/>